

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 10 日 (10.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/049448 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/146, G01T 1/24
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015109
- (22) 国際出願日: 2003 年 11 月 26 日 (26.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-346262  
2002 年 11 月 28 日 (28.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 治通 (MORI, Harumichi) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松

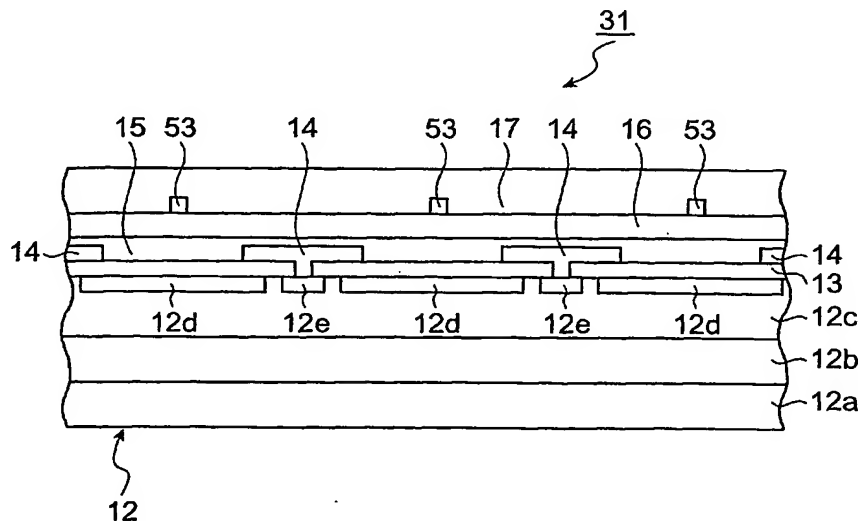
市 市野町1126番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 藤田 一樹 (FUJITA, Kazuki) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 久嶋 竜次 (KYUSHIMA, Ryuji) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 本田 真彦 (HONDA, Masahiko) [JP/JP]; 〒435-8558 静岡県 浜松市 市野町1126番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒104-0061 東京都 中央区 銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,

[続葉有]

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE AND RADIATION IMAGING SYSTEM

(54) 発明の名称: 固体撮像装置及び放射線撮像装置



(57) Abstract: An N<sup>+</sup>-type semiconductor region (12d) is formed in the front surface of a P<sup>-</sup>-type layer (12c) of a semiconductor substrate (12). A photodiode is composed of this N<sup>+</sup>-type semiconductor and the P<sup>-</sup>-type semiconductor. Metal wirings (14) electrically connected to isolation regions (12e) are formed on a first insulating layer (13). The metal wirings (14) are formed above pn junction portions (interfaces between the P<sup>-</sup>-type layers (12c) and the N<sup>+</sup>-type semiconductor regions (12d)) exposed in the light-incident surface of the semiconductor substrate (12) (the P<sup>-</sup>-type layer (12c)) so that their end portions cover the pn junction portions, thereby being arranged in a grid-like form. The metal wirings (14) are connected to ground, and the isolation regions (12e) are at the ground potential.

[続葉有]



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

添付公開書類:

一 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 半導体基板 12 の P-型層 12 c の表面側には、N<sup>+</sup>型半導体領域 12 d が形成されており、この N<sup>+</sup>型半導体と P-型半導体とでフォトダイオードが構成される。第 1 絶縁層 13 の上には、アイソレーション領域 12 e に電気的に接続される金属配線 14 が形成されている。この金属配線 14 は、その端部が半導体基板 12 (P-型層 12 c) の光入射面に露出する p n 接合部分 (P-型層 12 c と N<sup>+</sup>型半導体領域 12 d との界面) を覆うように当該 p n 接合部分の上方に設けられており、格子形状を呈している。金属配線 14 は接地されており、アイソレーション領域 12 e は接地電位とされる。

## 明細書

固体撮像装置及び放射線撮像装置

技術分野

【0001】 本発明は、固体撮像装置及び放射線撮像装置に関する。

5 背景技術

【0002】 この種の放射線撮像装置として、ファイバオプティカルプレート（以下、FOPと称する）と、このFOPの一方の表面に設けられたシンチレータと、FOPの他方の表面に対向して設けられたMOS型イメージセンサと、を備えたものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

10 【0003】 また、光電変換を行う光検出器が1次元又は2次元に配列された光検出器アレイと、光検出器の光入射面上に直接形成されたシンチレータと、を備えた放射線撮像装置も知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】 【特許文献1】 特開2000-28735号公報

【0005】 【特許文献2】 国際公開WO98/36290号パンフ

15 レット

発明の開示

20 【0006】 上記特許文献1に開示されたような撮像装置では、FOP自体の大面积化が不可能であるために、撮像面の大面积化は困難であった。このため、上記特許文献2に開示されているように、FOPを用いることなく、光検出器の光入射面上にシンチレータを直接形成する手法が考えられる。また、光検出器の光入射面上にシンチレータを直接形成するのではなく、支持体上にシンチレータを形成し、光検出器の光入射面とシンチレータとを密着させる手法も考えられる。

25 【0007】 しかしながら、FOPを用いない構成とした場合、SN比が劣化するという新たな問題点が発生するようになった。発明者等の調査研究の結果、以下の事実が新たに判明した。FOPが存在する場合には、シンチレータにて光

に変換されなかった放射線は、FOPに含まれる鉛により遮蔽される。ところが、FOPが存在しない場合には、シンチレータにて光に変換されなかった放射線がMOS型イメージセンサに直接入射し、フォトダイオード以外の領域、例えばMOS型イメージセンサの表面保護膜である表面酸化膜（シリコン酸化膜等）中で電荷が発生することとなる。発生した電荷はpn接合部分に蓄積（チャージアップ）し、これによりフォトダイオードの端部であるpn接合部分において電荷の界面リークが起こり、リーク電流が発生する。このリーク電流はフォトダイオードからの電流出力に重畳され、SN比が劣化してしまう。

【0008】 本発明は、pn接合部分における電荷の界面リークの発生を抑制して、SN比が劣化するのを防止することが可能な固体撮像装置及び放射線撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】 本発明に係る固体撮像装置は、第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に2次元状に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有し、導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴としている。

【0010】 本発明に係る固体撮像装置では、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材が固定電位に接続されている、若しくは接地されているので、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

【0011】 また、導電性部材は、光感応部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、半導体基板の一方面に露出するpn接合部分及び隣接する第2導

電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出し、当該p n接合部分における電荷の界面リークの発生を確実に抑制し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

5      【0012】 また、光感応部は、隣接する第2導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、導電性部材は、アイソレーション領域に電氣的に接続されていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、アイソレーション領域を固定電位に接続する若しくは接地するための導電性部材とを共通化でき、構造が複雑化するのを防止できる。

10      【0013】 また、フォトダイオードに電氣的に接続され、当該フォトダイオードの出力を読み出すための信号線と、複数のフォトダイオードの列毎に各フォトダイオードと信号線との間の電氣的な接続及び遮断を制御する複数のスイッチからなるスイッチ群と、スイッチ群を構成する各スイッチの制御端子に接続され、当該各スイッチを複数のフォトダイオードの行毎に遮断あるいは導通させる走査信号を制御端子に入力する配線と、を更に有し、配線は、導電性部材の上方に位置して設けられていることが好ましい。このように構成した場合、走査信号を制御端子に入力する際に配線における供給電圧の変化に伴って発生するノイズが導電性部材によりシールドされる。この結果、上記ノイズがフォトダイオードの出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

15      【0014】 本発明に係る固体撮像装置は、第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側にM行N列に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第2導電型半導体領域とのp n接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、列毎に設けられた第1の配線と、列毎に各フォトダイオードと第1の配線とを接続する複数のスイッチからなる第1のスイッチ群と、第1のスイッチ群を構成する各スイッチを行毎に開閉

させる垂直走査信号を出力する垂直シフトレジスタと、第1のスイッチ群を構成する各スイッチの制御端子と垂直シフトレジスタとを行毎に接続する第2の配線と、第1の配線それぞれと信号出力線とを接続する複数のスイッチからなる第2のスイッチ群と、第2のスイッチ群を構成する各スイッチを列毎に開閉させる水平走査信号を出力する水平シフトレジスタと、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有しており、導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴としている。

【0015】 また、第2の配線は、導電性部材の上方に位置して設けられていることが好ましい。このように構成した場合、走査信号を制御端子に入力する際の第2の配線における供給電圧の変化に伴って発生するノイズが導電性部材によりシールドされる。この結果、上記ノイズがフォトダイオードの出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

【0016】 また、本発明に係る固体撮像装置は、第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に2次元状に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、を有していることを特徴とする。

【0017】 本発明に係る固体撮像装置では、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材が固定電位に接続されている、若しくは接地されているので、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

【0018】 また、導電性部材は、少なくとも半導体基板の一方面に露出する

p n接合部分を覆うように当該p n接合部分の上方に設けられており、固定電位に接続されている若しくは接地されていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

5      【0019】 本発明に係る放射線撮像装置は、上記固体撮像装置と、複数のフォトダイオードを覆うように設けられ、放射線を可視光に変換するシンチレータと、を有することを特徴としている。

10      【0020】 本発明に係る放射線撮像装置では、上述したように、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷がp n接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されるので、p n接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

#### 図面の簡単な説明

15      【0021】 図1は、本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するための概略図である。

20      【0022】 図2は、本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するための概略図である。

          【0023】 図3は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す平面図である。

          【0024】 図4は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す構成図である。

25      【0025】 図5は、本実施形態に係る放射線撮像装置の固体撮像素子に含まれる光感応部を示す平面図である。

          【0026】 図6は、図5のVI-VI線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

          【0027】 図7は、図5のVII-VII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

30      【0028】 図8は、図5のVIII-VIII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

【0029】 図9は、図5のIX-IX線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

【0030】 図10は、本実施形態に係る放射線撮像装置の固体撮像素子に含まれる光感応部の断面構成を説明するための概略図である。

5 【0031】 図11は、本実施形態に係る放射線撮像装置の変形例における断面構成を説明するための概略図である。

【0032】 図12は、本実施形態に係る放射線撮像装置の変形例における断面構成を説明するための概略図である。

発明を実施するための最良の形態

10 【0033】 以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。本実施形態に係る放射線撮像装置は、本発明の実施形態に係る固体撮像装置（固体撮像素子）を含んでいる。

15 【0034】 図1及び図2は、本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するための概略図であり、図3は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す平面図である。図4は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す構成図である。なお、図3では、ボンディングワイヤの図示を省略している。

20 【0035】 本実施形態の放射線撮像装置1は、図1～図3に示されるように、固体撮像素子11、シンチレータ21、マウント基板23、枠体25等を備えている。

25 【0036】 固体撮像素子11は、MOS型イメージセンサであって、半導体基板12の一方面側に形成された、光感応部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51を有している。このように、光感応部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51は、同一基板（半導体基板12）に形成されている。半導体基板12（固体撮像素子11）は、マウント基板23上に固定されている。本実施形態に



においては、半導体基板 1 2 の面積は、 $16900\text{ mm}^2 (=130\text{ mm}\times130\text{ mm})$  程度であり、光感応部 3 1 の面積は、 $15625\text{ mm}^2 (=125\text{ mm}\times125\text{ mm})$  程度である。

【0037】 光感応部 3 1 は、図 4 に示されるように、光の入射強度に応じた電荷量を蓄積する複数個のフォトダイオード（光電変換素子） 3 3 を半導体基板 1 2 上に 2 次元状に配列して構成される。より具体的には、y 軸方向に M 行、x 軸方向に N 列（M、N は自然数）に配列された  $M\times N$  個のフォトダイオード 3 3 によって光感応部 3 1 が構成される。なお、図 4 においては、M 及び N が「4」に設定されている。

【0038】 光感応部 3 1 を構成するフォトダイオード 3 3 のそれぞれには、一端が当該フォトダイオード 3 3 に電氣的に接続され、他端が後述の信号読み出しラインに電氣的に接続されたゲートスイッチ（第 1 のスイッチ群を構成するスイッチ） 3 5 が設けられている。従って、ゲートスイッチ 3 5 が開のときには、フォトダイオード 3 3 への光の入射に伴って電荷が蓄積され、ゲートスイッチ 3 5 が閉になるとフォトダイオード 3 3 に蓄積された電荷が後述の信号読み出しラインに読み出される。なお、ゲートスイッチ 3 5 は、MOSFET（電界効果トランジスタ）にて構成することができる。

【0039】 シフトレジスタ部 4 1 は、垂直シフトレジスタ 4 3 を含み、半導体基板 1 2 上であって、光感応部 3 1 の一辺に面して形成されている。この垂直シフトレジスタ 4 3 は、ゲートスイッチ 3 5 を開閉させるための垂直走査信号を出力する。この垂直走査信号は、ハイ（H）レベルとロウ（L）レベルの 2 種類の駆動電圧を含んでおり、これらの駆動電圧の差は数 V 程度である。

【0040】 各ゲートスイッチ 3 5 の制御端子と垂直シフトレジスタ 4 3 とは、ゲートライン（第 2 の配線；配線） 4 5 によって電氣的に接続されている。これにより、垂直シフトレジスタ 4 3 から出力された垂直走査信号によって各ゲートスイッチ 3 5 を開閉させることができる。ゲートライン 4 5 は、具体的には、

光感応部 3 1 に配列されたフォトダイオード 3 3 の行間を縫って x 軸方向に延線されており、同一行に存在する各ゲートスイッチ 3 5 の制御端子に接続されている。従って、垂直シフトレジスタ 4 3 とゲートスイッチ 3 5 の制御端子とは、行毎に接続されていることになる。

5      【0 0 4 1】 光感応部 3 1 に配列されたフォトダイオード 3 3 の列間には、さらに、上記ゲートスイッチ 3 5 の他端が列毎に電氣的に接続された N 本の信号読み出しライン（第 1 の配線；信号線） 5 3 が設けられている。当該 N 本の信号読み出しライン 5 3 は、増幅部 5 1 に電氣的に接続されている。増幅部 5 1 は、チャージアンプ 5 5、読み出しスイッチ（第 2 のスイッチ群を構成するスイッチ）  
10      5 7 及び水平シフトレジスタ 5 9 等を含む。増幅部 5 1 は、半導体基板 1 2 上であって、光感応部 3 1 におけるシフトレジスタ部 4 1 が面して形成された一辺に隣接する一辺に面して形成されている。

15      【0 0 4 2】 チャージアンプ 5 5 は、信号読み出しライン 5 3 毎に設けられており、信号読み出しライン 5 3 に読み出された電荷量（電流出力）を増幅する。読み出しスイッチ 5 7 は、信号読み出しライン 5 3 毎に設けられるとともにフォトダイオード 3 3 から読み出された電荷量（電流出力）を信号出力ライン 6 0 に出力する。水平シフトレジスタ 5 9 は、読み出しスイッチ 5 7 を開閉させるための水平走査信号を出力する。

20      【0 0 4 3】 半導体基板 1 2 には、図 2 及び図 3 に示されるように、それぞれの増幅部 5 1 と電氣的に接続されて形成されたボンディングパッド部 6 1 が複数形成されている。これらのボンディングパッド部 6 1 は、ボンディングワイヤ 6 3 により、マウント基板 2 3 に形成されたボンディングパッド部 6 5 に電氣的に接続されている。これにより、増幅部 5 1 からの出力は、マウント基板 2 3 を通して撮像装置 1 の外部に送られることとなる。また、半導体基板 1 2 には、それ  
25      ぞれのシフトレジスタ部 4 1 と電氣的に接続されて形成されたボンディングパッド部 6 7 が複数形成されている（特に、図 3 参照）。これらのボンディングパッド

部 6 7 は、ボンディングワイヤ（図示せず）により、マウント基板 2 3 に形成されたボンディングパッド部 6 9 に電氣的に接続されている。これにより、撮像装置 1 の外部からの信号は、マウント基板 2 3 を通してシフトレジスタ部 4 1 に送られることとなる。

5      【0044】 シンチレータ 2 1 は、入射した放射線（例えば、X線）を可視光に変換するもので、柱状構造を呈している。シンチレータ 2 1 は、図 3 にも示されるように、半導体基板 1 2 の一方面における光感応部 3 1、シフトレジスタ部 4 1 及び増幅部 5 1 が形成された領域を覆うように、当該領域上に直接形成されている。これにより、シンチレータ 2 1 は、半導体基板 1 2 の一方面における光感応部 3 1、シフトレジスタ部 4 1 及び増幅部 5 1 が形成された領域に接触して配置されることとなる。なお、半導体基板 1 2 の一方面におけるボンディングパッド部 6 1、6 7 が形成された領域は、シンチレータ 2 1 にて覆われておらず、露出している。

10      【0045】 シンチレータ 2 1 には、各種の材料を用いることができるが、発光効率が良い T l（タリウム）ドーパの C s I 等が好ましい。シンチレータ 2 1 の上には、シンチレータ 2 1 の柱状構造を覆ってその間隙まで入り込み、シンチレータ 2 1 を密閉する保護膜（図示せず）が形成されている。保護膜は、放射線を透過し、水蒸気を遮断する材料、例えばポリパラキシリレン樹脂（スリーボン  
15      ド社製、商品名パリレン）、特にポリパラクロキシリレン（同社製、商品名パリレン C）を用いることが好ましい。本実施形態においては、シンチレータ 2 1 の厚みは、300  $\mu$ m 程度である。

20      【0046】 シンチレータ 2 1 は、蒸着法により、C s I の柱状結晶を成長させることで形成することができる。また、保護膜は、CVD 法により形成することができる。なお、シンチレータ 2 1 及び保護膜の形成方法については、本願出願人による国際公開 WO 98/36290 号パンフレット等において詳細に開示されており、ここでの説明を省略する。

【0047】 枠体25は、固体撮像素子11を囲むようにマウント基板23上に固定されている。枠体25には、光感応部31に対応する位置に、矩形形状の開口27が形成されており、放射線がこの開口27を通過してシンチレータ21に入射することとなる。枠体25と、半導体基板12及びマウント基板23との間には空間Sが形成されている。空間S内には、固体撮像素子11のシフトレジスタ部41及び増幅部51、ボンディングパッド部61、65、ボンディングワイヤ63等が位置する。このように、ボンディングワイヤ63は、枠体25と、半導体基板12及びマウント基板23とで画成される空間S内に配設されているので、当該ボンディングワイヤ63は枠体25によって押さえつけられることなく、外部からの物理的応力から保護される。また、枠体25には、その増幅部51側とは反対側に放射線遮蔽性の材料（例えば、鉛等）からなる遮蔽材29が設けられており、この遮蔽材29にて放射線を十分に遮蔽している。本実施形態においては、遮蔽材29の厚みは2.5mm程度である。

【0048】 次に、図5～図9に基づいて、光感応部31の構成について説明する。図5は、光感応部を示す平面図である。図6は、図5のVI-VI線に沿った断面構成を説明するための概略図である。図7は、図5のVII-VII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。図8は、図5のVIII-VIII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。図9は、図5のIX-IX線に沿った断面構成を説明するための概略図である。なお、図5においては、第1～第4絶縁層13、15～17、ゲートスイッチ35の図示を省略している。

【0049】 半導体基板12は、図6～図9に示されるように、P<sup>+</sup>型半導体基板12aを含み、このP<sup>+</sup>型半導体基板12a上にP<sup>-</sup>型エピタキシャル半導体層12bとP<sup>-</sup>型層12cが形成されている。P<sup>+</sup>型半導体基板12aは、接地電位とされている。なお、この固体撮像素子11は、半導体としてSiを用いるものであり、「高濃度」とは不純物濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度以上のことであって、「+」を導電型に付けて示し、「低濃度」とは不純物濃度が $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$

程度以下であって「一」を導電型に付けて示すものとする。

【0050】  $P^-$ 型層 12c の表面側には、 $N^+$ 型半導体領域 12d が形成されており、この  $N^+$ 型半導体 ( $N^+$ 型半導体領域 12d) と  $P^-$ 型半導体 ( $P^-$ 型層 12c) との p n 接合によりフォトダイオード (光電変換素子) 33 が構成されることとなる。 $N^+$ 型半導体領域 12d は、図 5 に示されるように、光入射方向から見て矩形形状を呈しており、M 行 N 列に 2 次元状に配列されている。これにより、光感応部 31 においては、フォトダイオード 33 が M 行 N 列に 2 次元状に配列されることとなる。本実施形態では、 $N^+$ 型半導体領域 12d の一辺の長さは  $50\mu m$  程度に設定されている。

【0051】 また、 $P^-$ 型層 12c の表面側には、隣接する  $N^+$ 型半導体領域 12d の間に、 $P^+$ 型半導体からなるアイソレーション領域 12e が形成されている。このアイソレーション領域 12e は、図 5 に示されるように、隣接する  $N^+$ 型半導体領域 12d の間を行方向及び列方向に沿って延びており、光入射方向から見て格子形状を呈している。

【0052】  $P^-$ 型層 12c、 $N^+$ 型半導体領域 12d、アイソレーション領域 12e の上には第 1 絶縁層 (例えば、シリコン酸化膜からなる) 13 が形成されている。この第 1 絶縁層 13 に形成されたスルーホールを通して、金属 (例えば、アルミニウムからなる) 配線 (導電性部材) 14 がアイソレーション領域 12e に電氣的に接続されている。この金属配線 14 は、図 5 に示されるように、隣接する  $N^+$ 型半導体領域 12d の間を行方向及び列方向に沿って延びて設けられており、光入射方向から見て格子形状を呈している。金属配線 14 は接地されており、アイソレーション領域 12e は接地電位とされる。なお、金属配線 14 は、接地する代わりに、固定電位に接続してもよい。

【0053】 金属配線 14 の幅は、隣接する  $N^+$ 型半導体領域 12d 間の距離よりも大きく設定されており、金属配線 14 は、その一部が光入射方向から見て  $N^+$ 型半導体領域 12d の端部と重なっている。すなわち、金属配線 14 は、そ

の端部が半導体基板 1 2 (P<sup>-</sup>型層 1 2 c) の光入射面 (一方面) に露出する p n 接合部分 (P<sup>-</sup>型層 1 2 c と N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d との界面) を覆うように当該 p n 接合部分の上方に設けられている。

【0054】 なお、金属配線 1 4 は、図 1 0 に示されるように、p n 接合部分 (P<sup>-</sup>型層 1 2 c と N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d との界面部分) に形成される空乏層 1 2 f を覆うように設けることが好ましい。空乏層 1 2 f の大きさ (幅) は、P<sup>-</sup>型層 1 2 c における不純物濃度、N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d における不純物濃度、印加電圧等により左右される。このため、金属配線 1 4 の幅、すなわち p n 接合部分を覆うために N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d と重なる部分の幅は、これらの要因を考慮して設定する必要がある。本実施形態においては、隣接する N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d 間の距離は、4  $\mu$  m 程度であり、金属配線 1 4 の幅は、5  $\mu$  m 程度である。

【0055】 第 1 絶縁層 1 3 の上には第 2 絶縁層 (例えば、シリコン酸化膜からなる) 1 5 が形成されている。この第 2 絶縁層 1 5 の上には、上記ゲートライン 4 5 及び第 3 絶縁層 (例えば、シリコン酸化膜からなる) 1 6 が形成されている。ゲートライン 4 5 は、アルミニウム等の金属からなり、図 5、図 7 及び図 8 に示されるように、光入射方向から見て金属配線 1 4 の上方に位置し、隣接する N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d の間を行方向に沿って延びて設けられている。

【0056】 第 3 絶縁層 1 6 の上には、上記信号読み出しライン 5 3 及び第 4 絶縁層 (例えば、シリコン酸化膜からなる) 1 7 が形成されている。信号読み出しライン 5 3 は、アルミニウム等の金属からなり、図 5 及び図 6 に示されるように、光入射方向から見て N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d の上方に位置し、列方向に沿って延びて設けられている。本実施形態では、信号読み出しライン 5 3 の幅は 0.5  $\mu$  m 程度に設定されている。また、信号読み出しライン 5 3 は、N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d の一辺から当該 N<sup>+</sup>型半導体領域 1 2 d の上に 1 ~ 20  $\mu$  m 程度ずれて配置されている。

【0057】 以上のように、本実施形態によれば、少なくとも半導体基板12の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた金属配線14が接地されているので、フォトダイオード33以外の領域（第1絶縁層13）で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、金属配線14を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

【0058】 本実施形態においては、金属配線14が、光感应部31への光入射方向から見て格子形状を呈しており、半導体基板12の一方面に露出するpn接合部分及び隣接するN<sup>+</sup>型半導体領域12dの間の部分を覆うように設けられている。これにより、フォトダイオード33以外の領域で発生した電荷を外部に排出し、当該pn接合部分における電荷の界面リークの発生を確実に抑制し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

【0059】 また、本実施形態においては、光感应部31が、隣接するN<sup>+</sup>型半導体領域12d間に形成されたアイソレーション領域12eを含み、金属配線14は、アイソレーション領域12eに電氣的に接続されている。これにより、フォトダイオード33以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、アイソレーション領域12eを接地するための導電性部材とを共通化でき、構造が複雑化するのを防止できる。

【0060】 また、本実施形態においては、ゲートライン45が、金属配線14の上方に位置して設けられている。これにより、垂直走査信号を各ゲートスイッチ35の制御端子に入力する際にゲートライン45における供給電圧の変化（HレベルとLレベルの切り替え）に伴って発生するノイズが金属配線14によりシールドされることとなる。この結果、当該ノイズがフォトダイオード33の出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

【0061】 本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。本実施形態においては、アイソレーション領域12eを接地するための金属配線14に

より、フォトダイオード 3 3 以外の領域で発生した電荷を外部に排出するように構成しているが、これに限られるものではない。例えば、図 1 1 に示されるように、アイソレーション領域 1 2 e を接地するための金属配線 1 4 とは別に、導電性部材 7 1 (例えば、アルミニウム配線) を、少なくとも半導体基板 1 2 の一  
5 面に露出する p n 接合部分を覆うように設け、当該導電性部材 7 1 によりフォトダイオード 3 3 以外の領域で発生した電荷を外部に排出する構成としてもよい。また、図 1 2 に示されるように、第 1 絶縁層 1 3 中にポリシリコンからなる導電性部材 7 3 を少なくとも半導体基板 1 2 の一  
10 面に露出する p n 接合部分を覆うように設け、この導電性部材 7 3 によりフォトダイオード 3 3 以外の領域で発生した電荷を外部に排出する構成としてもよい。

【0062】 また、本実施形態においては、シンチレータ 2 1 を半導体基板 1 2 上に直接形成するようにしているが、これに限られるものではない。例えば、放射線透過性基板上にシンチレータを形成したシンチレータ基板を用い、半導体  
15 基板 1 2 の一方面における光感応部 3 1、シフトレジスタ部 4 1 及び増幅部 5 1 が形成された領域とシンチレータとが接触するように、シンチレータ基板を配置した構成としてもよい。なお、シンチレータの上に保護膜が形成されている場合には、上記光感応部 3 1、シフトレジスタ部 4 1 及び増幅部 5 1 が形成された領域と保護膜とが接触するようになる。

#### 産業上の利用可能性

20 【0063】 本発明の固体撮像装置及び放射線撮像装置は、特に医療、工業用の X 線撮影で用いられる大面積の放射線イメージングシステムに利用できる。



## 請求の範囲

1. 第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に2次元状に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、

少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有し、

前記導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴とする固体撮像装置。

2. 前記導電性部材は、前記光感応部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、前記半導体基板の前記一方面に露出する前記pn接合部分及び隣接する前記第2導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像装置。

3. 前記光感応部は、隣接する前記第2導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、

前記導電性部材は、前記アイソレーション領域に電氣的に接続されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像装置。

4. 前記フォトダイオードに電氣的に接続され、当該フォトダイオードの出力を読み出すための信号線と、

前記複数のフォトダイオードの列毎に前記各フォトダイオードと前記信号線との間の電氣的な接続及び遮断を制御する複数のスイッチからなるスイッチ群と、

前記スイッチ群を構成する各スイッチの制御端子に接続され、当該各スイッチを前記複数のフォトダイオードの行毎に遮断あるいは導通させる走査信号を前記制御端子に入力する配線と、を更に有し、

前記配線は、前記導電性部材の上方に位置して設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像装置。

5. 第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側にM行N列に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第2導電型半導体領域とのp n接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、

5 前記列毎に設けられた第1の配線と、

前記列毎に前記各フォトダイオードと前記第1の配線とを接続する複数のスイッチからなる第1のスイッチ群と、

前記第1のスイッチ群を構成する各スイッチを前記行毎に開閉させる垂直走査信号を出力する垂直シフトレジスタと、

10 前記第1のスイッチ群を構成する各スイッチの制御端子と前記垂直シフトレジスタとを前記行毎に接続する第2の配線と、

前記第1の配線それぞれと信号出力線とを接続する複数のスイッチからなる第2のスイッチ群と、

15 前記第2のスイッチ群を構成する各スイッチを前記列毎に開閉させる水平走査信号を出力する水平シフトレジスタと、

少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出するp n接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有しており、

前記導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴とする固体撮像装置。

20 6. 前記導電性部材は、前記光感応部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、前記半導体基板の前記一方面に露出する前記p n接合部分及び隣接する前記第2導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の固体撮像装置。

25 7. 前記光感応部は、隣接する前記第2導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、

前記導電性部材は、前記アイソレーション領域に電氣的に接続されていること

を特徴とする請求の範囲第 5 項に記載の固体撮像装置。

8. 前記第 2 の配線は、前記導電性部材の上方に位置して設けられていることを特徴とする請求の範囲第 5 項に記載の固体撮像装置。

5 9. 第 1 導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に 2 次元状に配列されて形成された複数の第 2 導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第 2 導電型半導体領域との p n 接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、

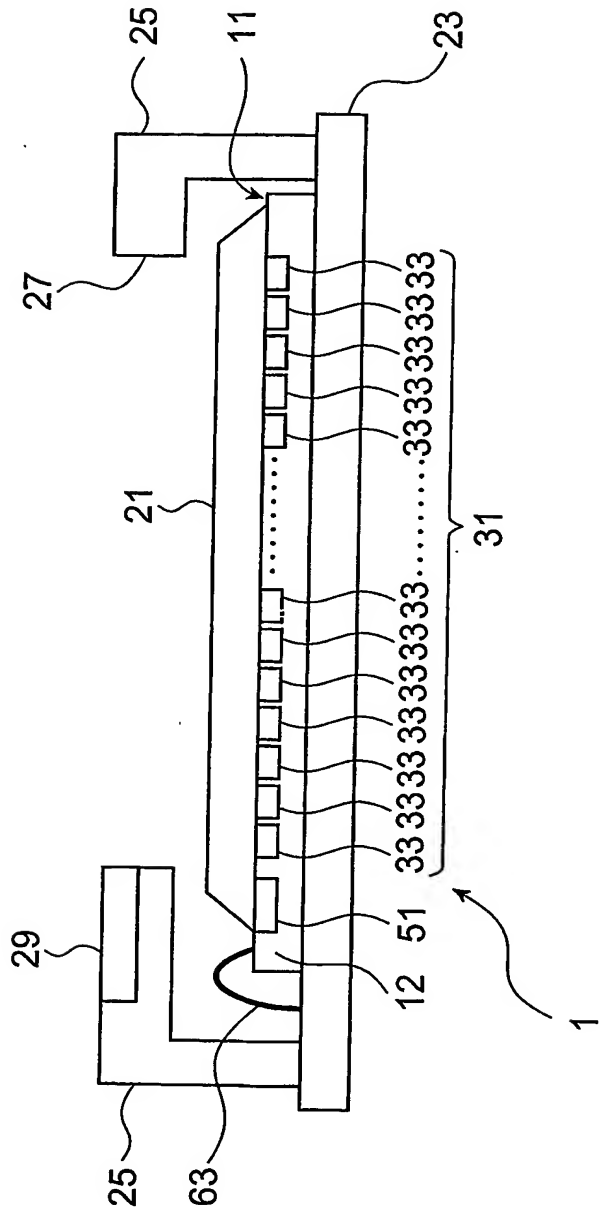
前記フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、を有していることを特徴とする固体撮像装置。

10 10. 前記導電性部材は、少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出する p n 接合部分を覆うように当該 p n 接合部分の上方に設けられており、固定電位に接続されている若しくは接地されていることを特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の固体撮像装置。

15 11. 請求の範囲第 1 項～第 10 項のいずれか一項に記載の固体撮像装置と、

前記複数のフォトダイオードを覆うように設けられ、放射線を可視光に変換するシンチレータと、を有することを特徴とする放射線撮像装置。

図1



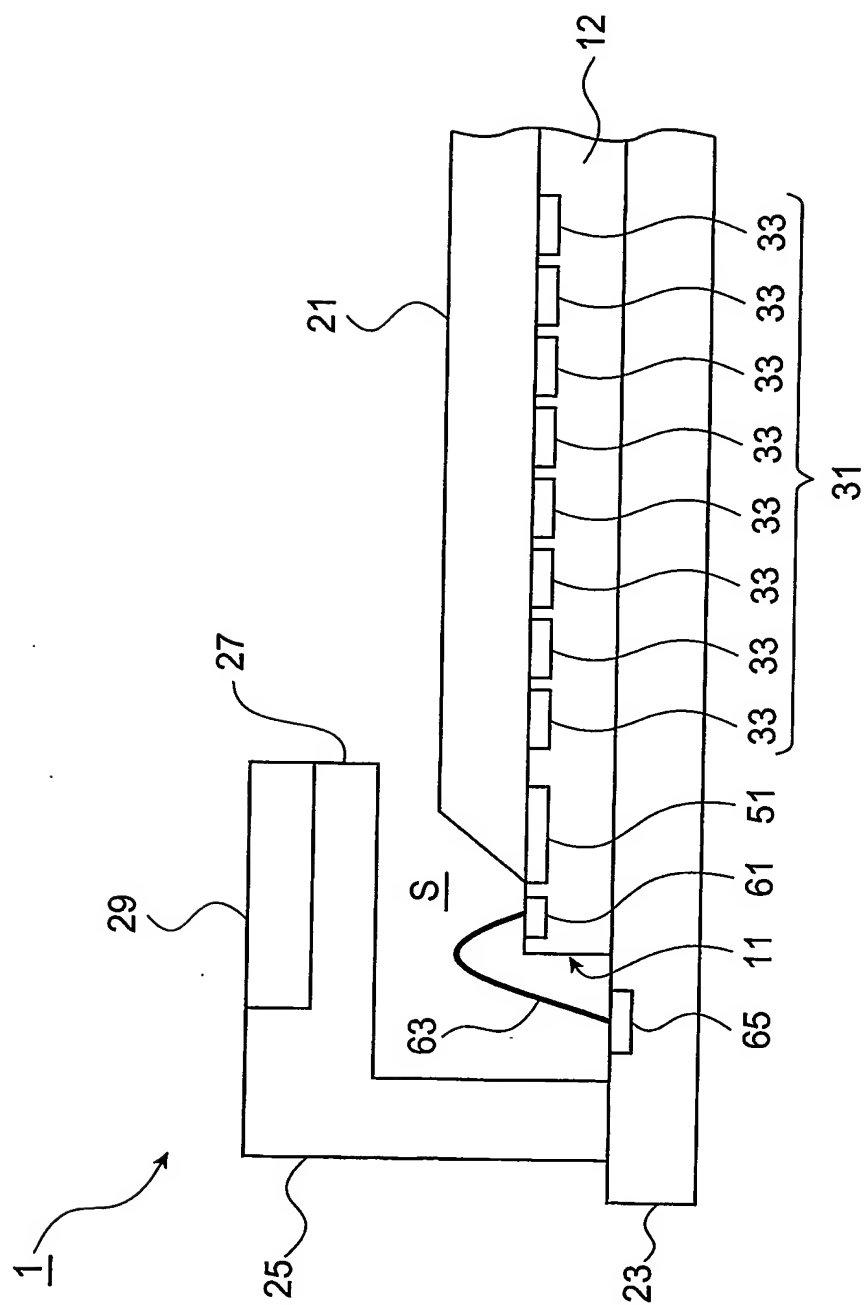


図3

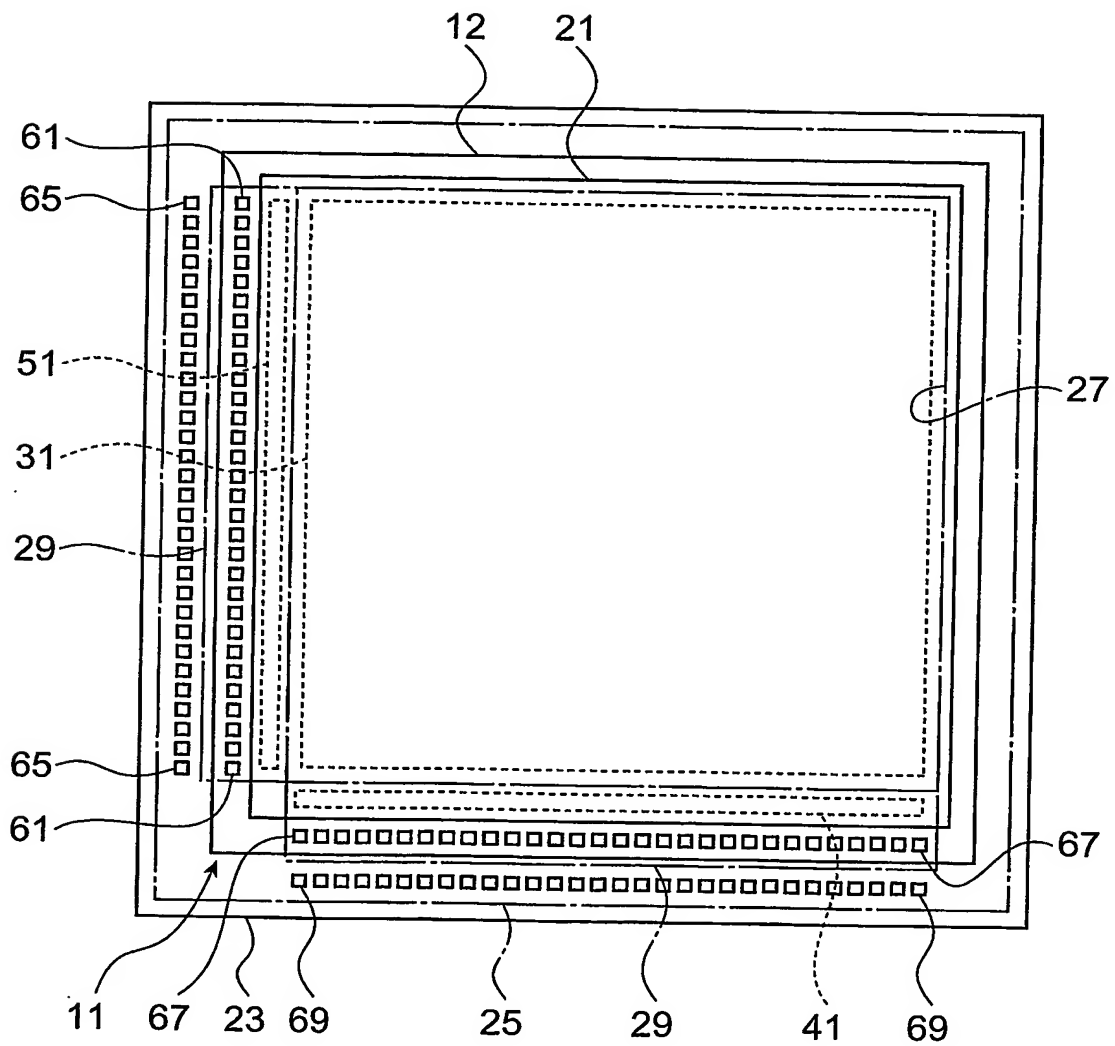


图4

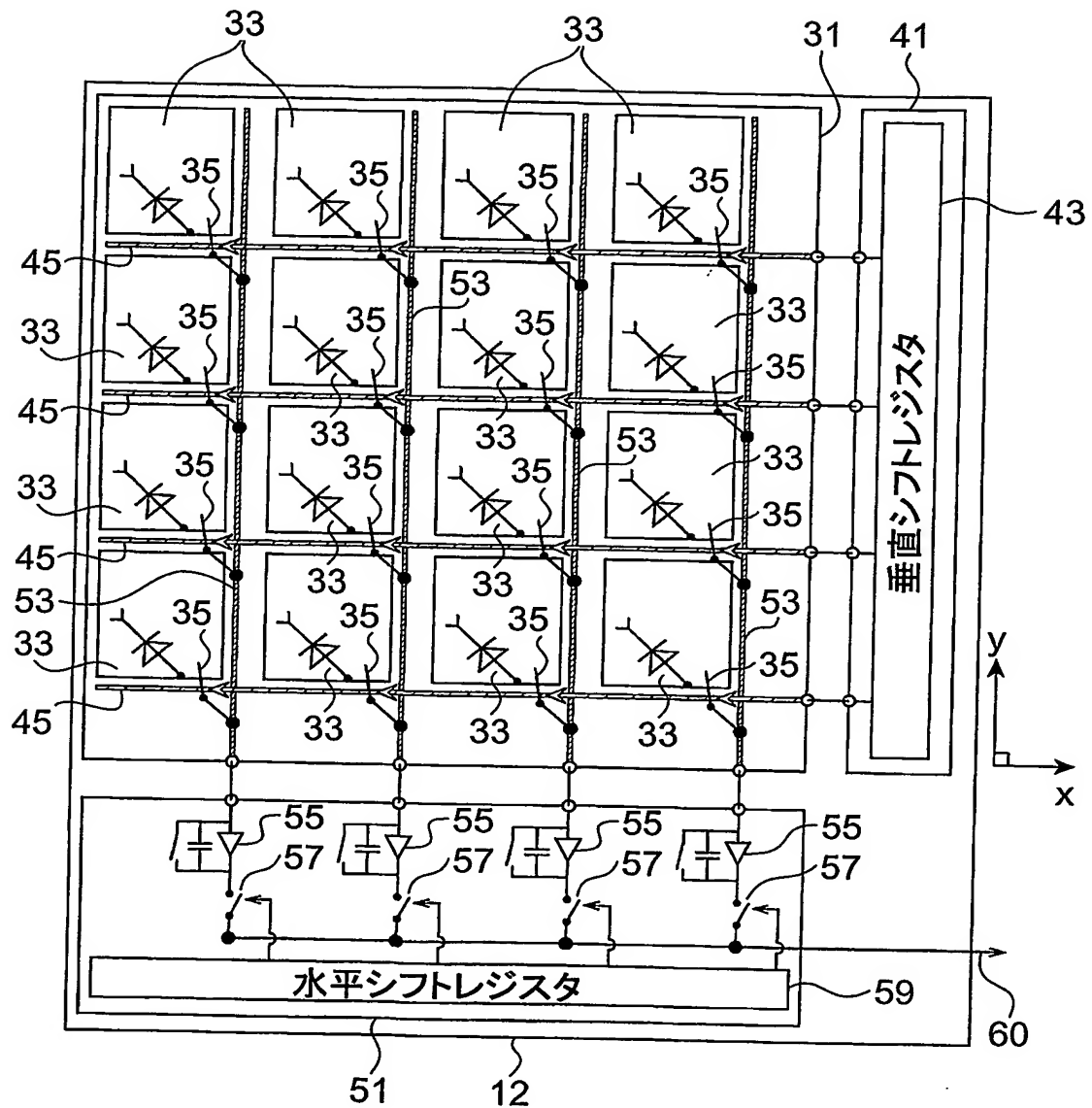


図5

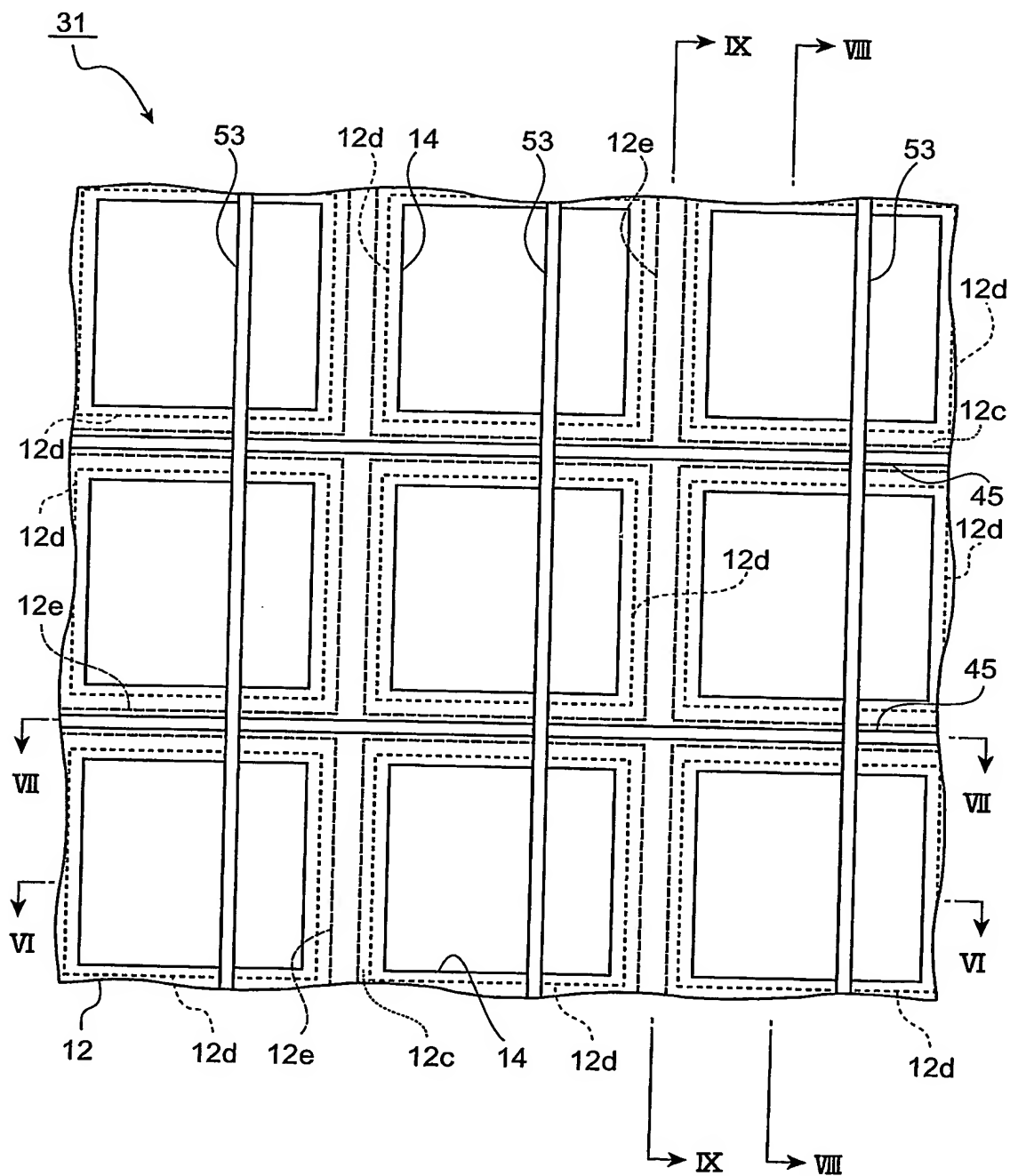




図6

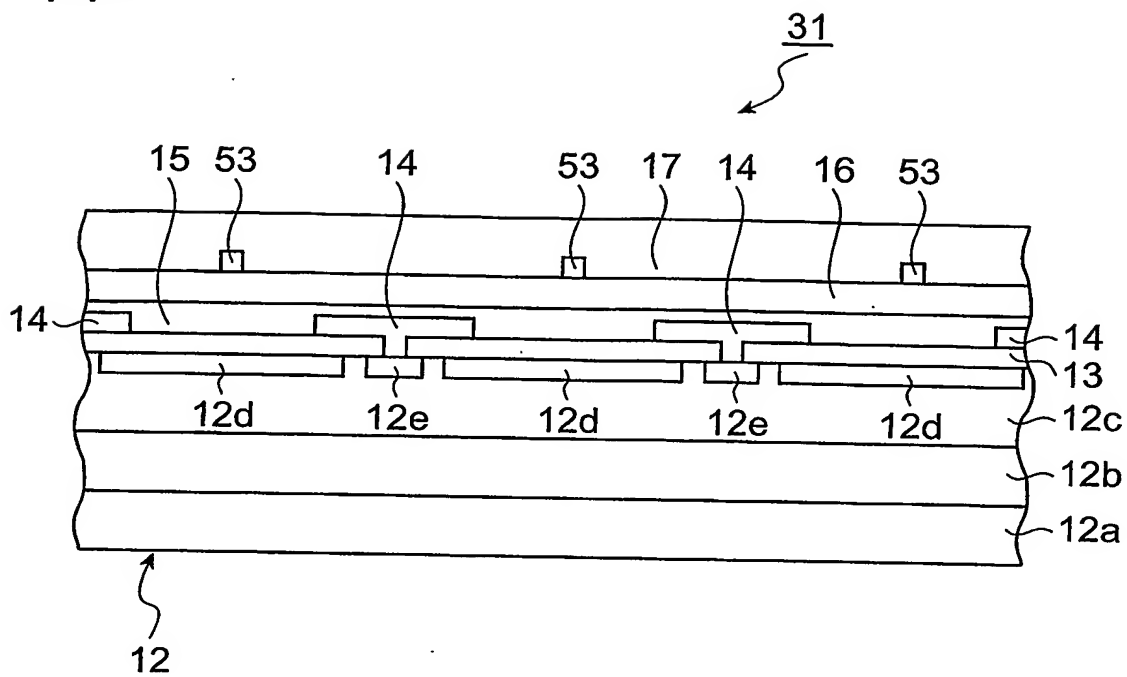


図7

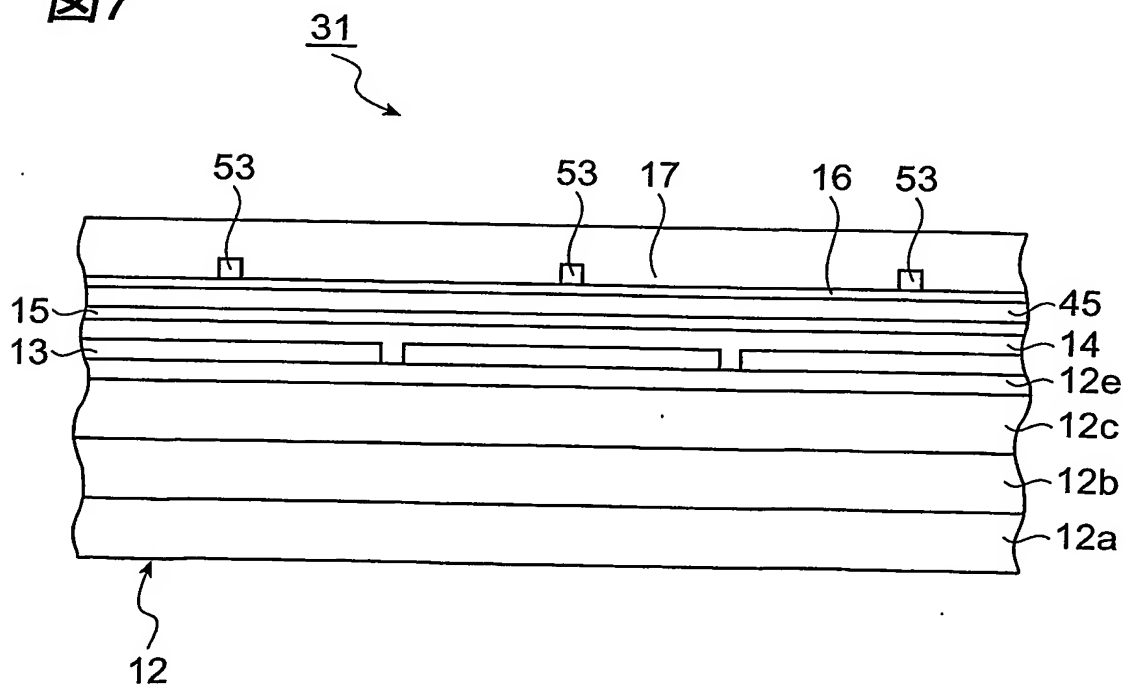


図8

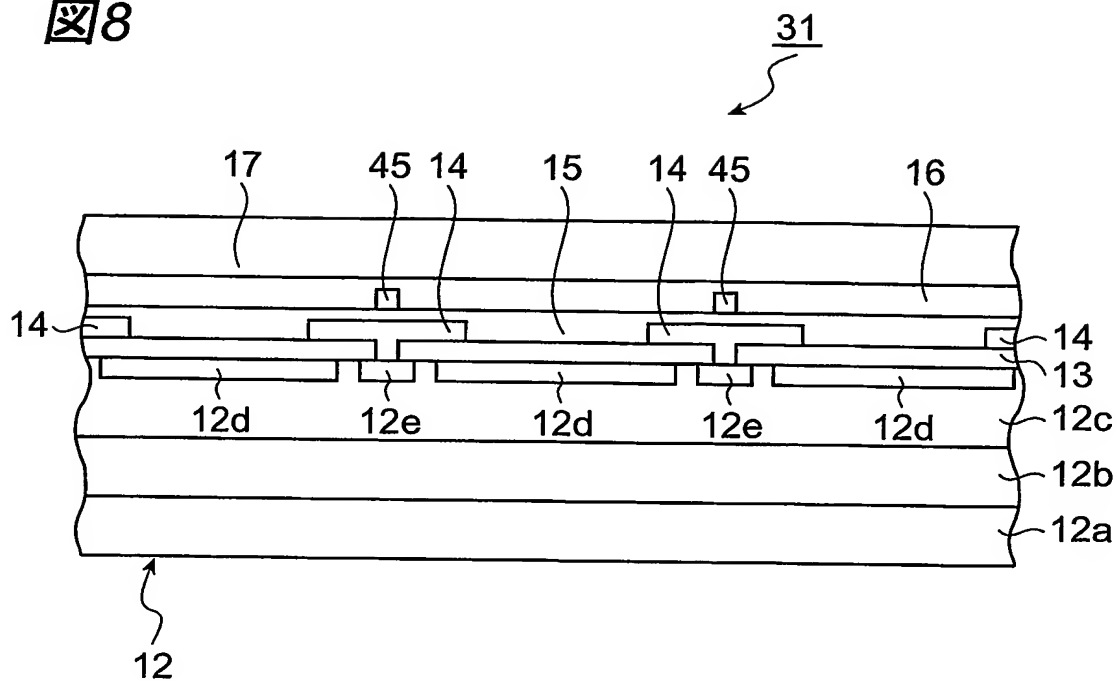


図9

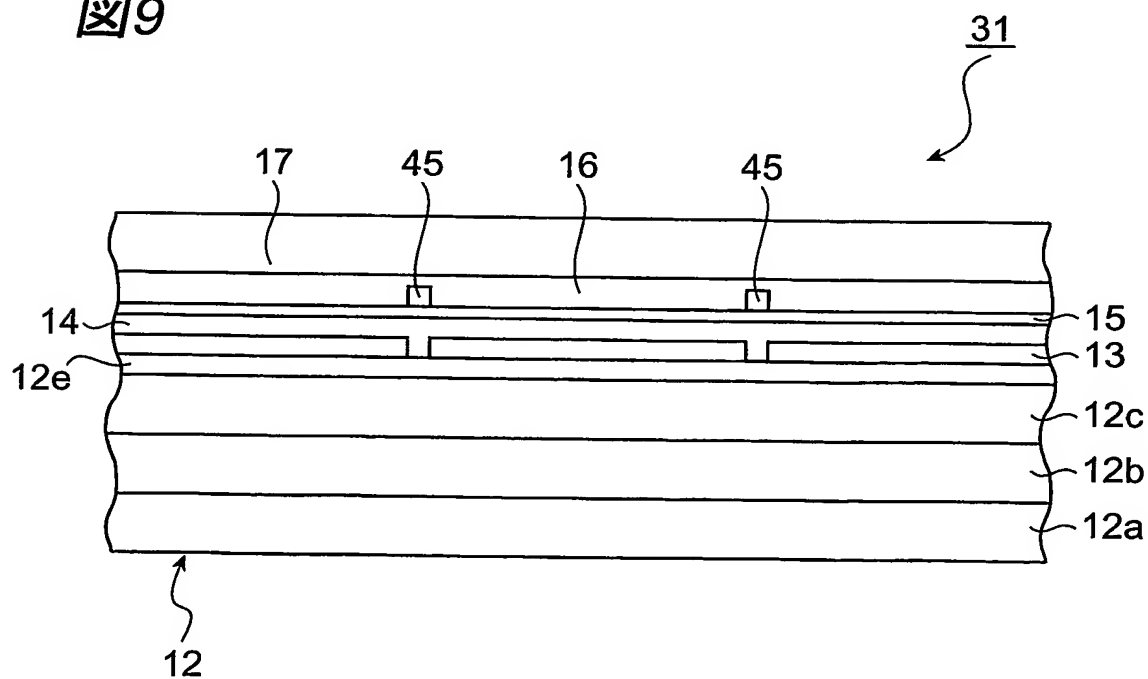


図10

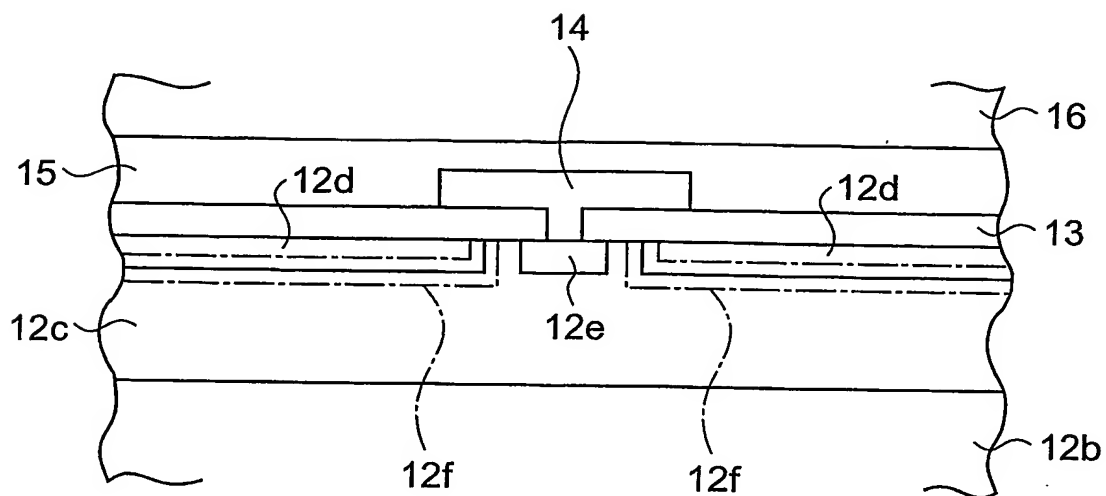


図11

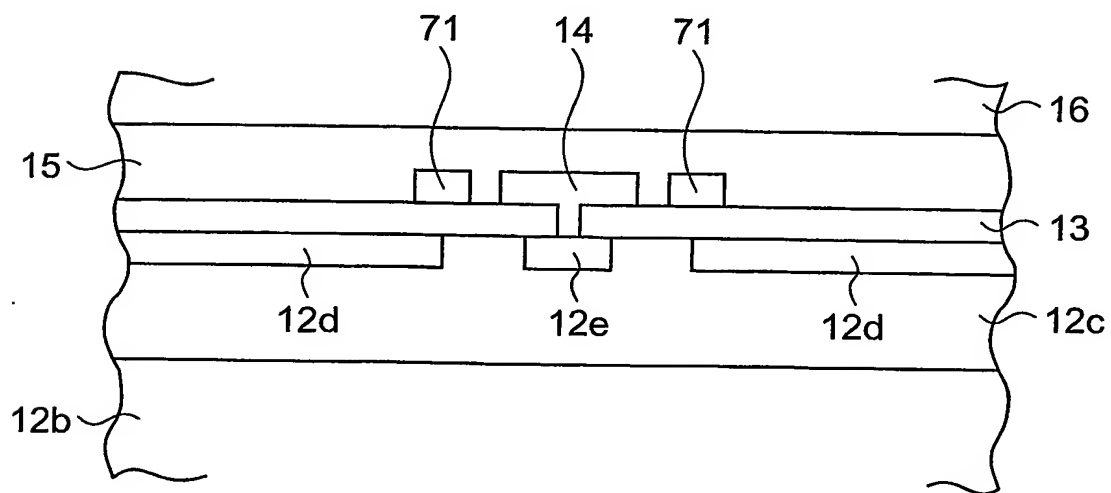
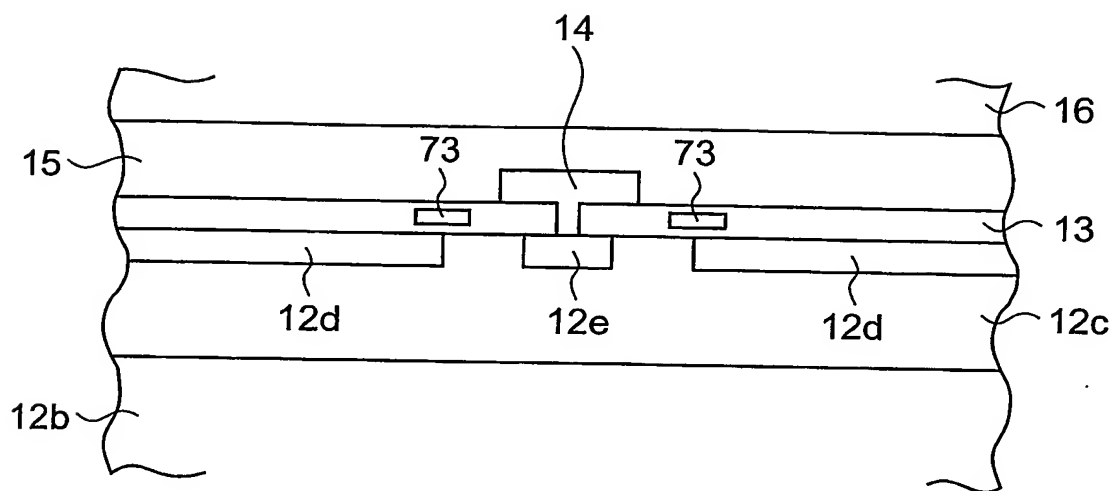


図12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/15109

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/146, G01T1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L27/14-27/146, G01T1/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 62-86756 A (Shingijutsu Kaihatsu Jigyodan), 21 April, 1987 (21.04.87), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 2 3-11
X Y	JP 61-141177 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 28 June, 1986 (28.06.86), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	9 3-8, 10, 11
Y	EP 1049171 A1 (HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; Figs. 1 to 7 & WO 00/26966 A1 Full text; Figs. 1 to 7 & AU 4653599 A & US 6384396 B1	4-8, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
24 February, 2004 (24.02.04)

Date of mailing of the international search report  
09 March, 2004 (09.03.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15109

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1173007 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 16 January, 2002 (16.01.02), Full text; Figs. 1 to 32 & JP 2002-90462 A Full text; Figs. 1 to 32 & US 2002/0017611 A1	4-8, 11
A	JP 11-122533 A (Sharp Corp.), 30 April, 1999 (30.04.99), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	4, 8

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP03/15109

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/146, G01T1/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L27/14-27/146, G01T1/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 62-86756 A (新技術開発事業団) 1987.04.21, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1,2 3-11
X Y	JP 61-141177 A (浜松ホトニクス株式会社) 1986.06.28, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	9 3-8, 10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.02.2004

国際調査報告の発送日

09.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
齋藤 恭一

4L 8122

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 1049171 A1 (HAMAMATSU PHOTON ICS K. K. ) 2000. 11. 02, 全文, 第1-7図 & WO 00/26966 A1, 全文, 第1-7図 & AU 4653599 A & US 6384396 B1	4-8, 11
Y	EP 1173007 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2002. 01. 16, 全文, 第1-32図 & JP 2002-90462 A, 全文, 第1-32図 & US 2002/0017611 A1	4-8, 11
A	JP 11-122533 A (シャープ株式会社) 1999. 04. 30, 全文, 第1-12図 (ファミリーなし)	4, 8